

Model Tata Kelola Teknologi Informasi Berkelanjutan untuk Pengelolaan Limbah Bisnis Kedai Kopi

Dony Waluya Firdaus^{1*}, Ridwan Zulkifli², Muhamad Nawawi³, Agus Nursikuwagus⁴, Yeffry Handoko Putra⁵, Rio Yunanto⁶

Program Studi Doktor Sistem Informasi, Universitas Komputer Indonesia, Jawa Barat 40132

E-mail: dony.waluya.firdaus@email.unikom.ac.id¹, ridwan.75725009@mahasiswa.unikom.ac.id²,
nawawi.75725028@mahasiswa.unikom.ac.id³, agusnursikuwagus@email.unikom.ac.id⁴,
yeffryhandoko@email.unikom.ac.id⁵, rio.yunanto@email.unikom.ac.id⁶

*Penulis Korespondensi

ABSTRAK

Pertumbuhan UMKM coffee shop mendorong adopsi teknologi digital, namun sekaligus meningkatkan tantangan dalam pengelolaan food waste, efisiensi sumber daya, dan keberlanjutan bisnis. Meskipun berbagai teknologi seperti point of sale (POS), inventori digital, analitik data, dan platform food sharing telah banyak digunakan, pemanfaatannya sering kali belum didukung oleh mekanisme tata kelola yang mampu menyelaraskan investasi teknologi dengan tujuan keberlanjutan. Penelitian ini mengembangkan COBIT-Lite Sustainable IT Governance Model for Coffee Shop SMEs (CL-SITG-CS Model), yaitu model tata kelola TI yang disederhanakan dan disesuaikan dengan karakteristik serta keterbatasan sumber daya UMKM. Penelitian menggunakan pendekatan konseptual berbasis sintesis literatur integratif yang mencakup IT Governance, COBIT 2019, digital capability, food waste management, circular economy, dan sustainable performance. Model yang diusulkan terdiri atas enam lapisan, yaitu: (1) COBIT-Lite Governance Direction, (2) SME Digital Governance Enablers, (3) Digital Capability, (4) Food Waste Management, (5) Circular Economy Practices, dan (6) Sustainable SME Performance. Hasil sintesis menunjukkan bahwa adaptasi selektif terhadap objektif COBIT 2019, khususnya domain Evaluate, Direct and Monitor (EDM) untuk tata kelola dan Align, Plan and Organize (APO) untuk pengelolaan sumber daya, data, serta risiko, dapat menjadi fondasi tata kelola TI yang sederhana namun efektif bagi UMKM coffee shop. Model tersebut mampu mendorong pengembangan kapabilitas digital, mengoptimalkan pengurangan food waste, mendukung praktik ekonomi sirkular, serta meningkatkan kinerja keberlanjutan berdasarkan dimensi ekonomi, lingkungan, dan sosial. Secara teoretis, penelitian ini memperluas paradigma IT Governance dari business-IT alignment menuju sustainability-oriented IT Governance, sedangkan secara praktis model CL-SITG-CS menyediakan panduan implementasi tata kelola TI yang sesuai dengan karakteristik UMKM coffee shop.

Article Info

Kata Kunci:	Riwayat artikel:
COBIT-Lite	Submit 15 Juli 2026
IT governance	Revisi 20 Juli 2026
Coffee shop SMEs	Diterima 22 Juli 2026
Food waste management	
Circular economy	

1. Pendahuluan

Di era Masyarakat 5.0, teknologi berfungsi sebagai fondasi utama untuk menangani masalah global dengan menyeimbangkan kemajuan teknologi dan aspek kemanusiaan [1]. Sektor Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM), termasuk bisnis kedai kopi (coffee shop), memiliki peran penting dan strategis dalam pembangunan ekonomi nasional. Agar dapat bertahan dalam pasar yang kompetitif, UMKM harus mampu mengoptimalkan penggunaan teknologi digital dan sistem informasi untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, serta kemampuan bersaing secara global [2]. Digitalisasi menjadi faktor krusial dalam meningkatkan efisiensi operasional dan memperluas jangkauan pasar, yang merupakan elemen inti dari pengembangan kapabilitas digital dalam model tata

kelola TI bagi UMKM [3]. Digitalisasi bagi pengelola UMKM memberikan manfaat nyata berupa hasil yang terukur, biaya operasional yang lebih rendah, serta jangkauan pasar yang lebih luas tanpa dibatasi oleh geografi dan waktu. Tata Kelola Teknologi Informasi (TI) diperlukan sebagai pendekatan untuk mengatur dan mengoptimalkan penggunaan TI agar selaras dengan tujuan organisasi, memastikan transparansi, serta meningkatkan efisiensi operasional jangka panjang [4]. Selain tantangan digitalisasi, isu keberlanjutan lingkungan, khususnya pengelolaan sampah, menjadi permasalahan utama seiring dengan meningkatnya aktivitas ekonomi [5]. Strategi digitalisasi yang tepat tidak hanya berfokus pada profitabilitas, tetapi juga perlu mendukung penerapan konsep green economy dan praktik ramah lingkungan.

Salah satu subsektor UMKM yang berkembang pesat adalah bisnis kedai kopi (coffee shop), seiring perubahan gaya hidup masyarakat, meningkatnya budaya konsumsi kopi, serta berkembangnya konsep ruang sosial dan kerja yang fleksibel. Di balik pertumbuhan tersebut, coffee shop menghadapi tantangan dalam mengelola operasional, khususnya pengendalian bahan baku dan limbah makanan (food waste). Permasalahan food waste telah menjadi isu global karena sekitar sepertiga makanan yang diproduksi untuk konsumsi manusia hilang atau terbuang di sepanjang rantai pasok pangan, sehingga menimbulkan kerugian ekonomi, meningkatkan emisi gas rumah kaca, serta menyebabkan pemborosan sumber daya alam [6].

Sektor jasa makanan (food service sector), termasuk restoran, kafe, dan coffee shop, merupakan salah satu kontributor utama timbulan food waste. Limbah yang dihasilkan tidak hanya berasal dari makanan yang tidak terjual atau sisa konsumsi pelanggan, tetapi juga berasal dari bahan baku yang kedaluwarsa, kesalahan perencanaan produksi, pengelolaan inventori yang kurang optimal, serta ketidakakuratan dalam memprediksi permintaan pelanggan. Penelitian menunjukkan bahwa aktivitas monitoring dan pengendalian food waste pada sektor jasa makanan masih belum dilakukan secara sistematis sehingga peluang pengurangan limbah sering kali tidak dapat diidentifikasi secara optimal [7], [8].

Dalam konteks coffee shop, permasalahan tersebut menjadi semakin kompleks karena karakteristik operasional yang melibatkan berbagai jenis bahan baku dengan masa simpan relatif pendek, seperti susu, roti, pastry, buah-buahan, dan bahan pendukung lainnya. Selain itu, coffee shop juga menghasilkan limbah spesifik berupa ampas kopi (spent coffee grounds) yang jumlahnya cukup besar dan berpotensi dimanfaatkan kembali sebagai bagian dari praktik ekonomi sirkular. Namun demikian, sebagian besar coffee shop skala UMKM masih menghadapi keterbatasan sumber daya, baik dari aspek finansial, teknologi, maupun sumber daya manusia, sehingga pengelolaan limbah dan pemanfaatan kembali sumber daya belum dapat dilakukan secara optimal [9].

Perkembangan teknologi digital memberikan peluang baru untuk meningkatkan efisiensi operasional sekaligus mendukung pengelolaan food waste yang lebih baik. Berbagai teknologi seperti sistem point of sales (POS), manajemen inventori digital, Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan (Artificial Intelligence), analitik data, cloud computing, hingga food sharing platform telah terbukti mampu membantu organisasi dalam melakukan perencanaan kebutuhan bahan baku, memprediksi permintaan pelanggan, memonitor timbulan limbah, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data [6], [10].

Implementasi teknologi digital juga menjadi salah satu faktor penting dalam mendukung penerapan prinsip Circular Economy yang berfokus pada pengurangan limbah, efisiensi penggunaan sumber daya, serta pemanfaatan kembali material yang masih memiliki nilai ekonomi [11], [12], [13].

Meskipun demikian, keberhasilan pemanfaatan teknologi digital tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan teknologi itu sendiri. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa banyak UMKM mengalami kesulitan dalam memperoleh manfaat optimal dari investasi teknologi yang dilakukan. Keterbatasan kompetensi digital, rendahnya kualitas pengambilan keputusan teknologi, kurangnya dukungan manajemen, serta tidak adanya mekanisme pengelolaan teknologi yang terstruktur menjadi faktor yang menghambat terciptanya nilai bisnis dan keberlanjutan dari transformasi digital. Dengan kata lain, tantangan utama bukan lagi sekadar bagaimana mengadopsi teknologi, tetapi bagaimana mengelola dan mengarahkan penggunaan teknologi agar selaras dengan tujuan bisnis dan keberlanjutan organisasi [14], [15], [16].

Dalam konteks tersebut, konsep Information Technology Governance (IT Governance) menjadi relevan untuk dikaji. IT Governance merupakan seperangkat struktur, proses, dan mekanisme relasional yang bertujuan memastikan bahwa pemanfaatan teknologi informasi mampu mendukung pencapaian strategi dan tujuan organisasi. Melalui penerapan IT Governance yang efektif, organisasi dapat meningkatkan keselarasan antara strategi bisnis dan teknologi informasi (business-IT alignment), mengoptimalkan nilai investasi teknologi, mengelola risiko, serta memperkuat pengambilan keputusan berbasis data. Organisasi yang menerapkan kombinasi praktik IT Governance secara matang cenderung memiliki tingkat business-IT alignment yang lebih tinggi dibandingkan organisasi yang belum memiliki tata kelola teknologi yang memadai [17].

Meskipun literatur mengenai transformasi digital, food waste management, Circular Economy, dan keberlanjutan UMKM terus berkembang, penelitian yang secara khusus membahas penerapan IT Governance pada UMKM kuliner, khususnya coffee shop, masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian berfokus pada aspek adopsi teknologi, implementasi teknologi digital, atau pengelolaan food waste secara terpisah [6], [10], [13]. Hingga saat ini masih sedikit penelitian yang menjelaskan bagaimana mekanisme tata kelola teknologi dapat mengarahkan

pemanfaatan teknologi digital untuk mendukung pengurangan food waste dan penerapan prinsip Circular Economy pada UMKM coffee shop.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu model IT Governance yang dirancang sesuai dengan karakteristik dan keterbatasan UMKM coffee shop. Model tersebut diharapkan mampu mengintegrasikan aspek tata kelola teknologi, kapabilitas digital, pengelolaan food waste, dan prinsip Circular Economy ke dalam suatu kerangka yang terstruktur. Dengan demikian, teknologi tidak hanya berfungsi sebagai alat operasional, tetapi juga menjadi instrumen strategis yang mendukung keberlanjutan bisnis, efisiensi sumber daya, dan penciptaan nilai jangka panjang bagi UMKM coffee shop.

1.1. *Research Gap*

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa teknologi digital berperan penting dalam mendukung pengelolaan food waste [6], [8], implementasi Circular Economy [12], [13], serta transformasi digital UMKM [14], [15]. Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya berfokus pada aspek adopsi teknologi dan belum menjelaskan bagaimana teknologi dikelola melalui mekanisme IT Governance untuk mendukung tujuan keberlanjutan organisasi. Untuk memperjelas posisi penelitian, research gap dalam studi ini dirumuskan berdasarkan lima arus literatur utama, yaitu IT Governance, digital capability, food waste management, circular economy, dan sustainable SME performance. Ringkasan kesenjangan penelitian disajikan pada tabel 1.

Tabel 1 *Research Gap*

Literatur	Fokus Studi Sebelumnya	Keterbatasan	Research Gap	Posisi Penelitian Ini
IT Governance	Business–IT alignment, value delivery, dan risk management	Dominan pada organisasi besar	Belum banyak model IT Governance yang disesuaikan untuk UMKM coffee shop	Mengembangkan model COBIT-Lite yang sederhana dan kontekstual
Digital Capability	Adopsi teknologi dan transformasi digital UMKM	Sering diposisikan sebagai faktor independen	Belum dijelaskan bagaimana digital capability dibentuk oleh governance	Menempatkan digital capability sebagai outcome dari IT Governance
Food Waste Management	Monitoring, forecasting, dan prevention	Kurang dikaitkan dengan tata kelola TI	Belum ada model IT Governance untuk mengelola food waste coffee shop	Mengintegrasikan FWM ke dalam tata kelola digital UMKM
Circular Economy	Reduce, reuse, recycle, recover	Sering dibahas terpisah dari digital governance	Mekanisme transisi dari teknologi digital ke praktik sirkular belum jelas	Menghubungkan FWM dengan circular economy practices
Sustainable SME Performance	Kinerja ekonomi, lingkungan, sosial	Belum menjelaskan mekanisme berjenjang dari governance ke performance	Belum ada model terpadu berbasis sustainability-oriented IT Governance	Mengusulkan CL-SITG-CS Model

Di sisi lain, penelitian IT Governance masih didominasi oleh konteks organisasi besar dan berfokus pada business–IT alignment [17]. Hingga saat ini, penelitian yang mengintegrasikan IT Governance, Digital Capability, Food Waste Management, dan Circular Economy dalam konteks UMKM coffee shop masih terbatas. Padahal, literatur terkini membuktikan bahwa UMKM menghadapi tantangan ganda berupa keterbatasan sumber daya operasional sekaligus tekanan mendesak untuk menyeimbangkan antara adopsi transformasi digital dan transisi menuju model bisnis sirkular guna menjaga kelangsungan bisnis serta memitigasi risiko [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25]. Oleh karena itu, diperlukan model IT Governance yang mampu menjelaskan bagaimana tata kelola teknologi dapat mendukung pengurangan food waste dan peningkatan kinerja keberlanjutan pada UMKM coffee shop.

- 1) **Kesenjangan pada IT Governance dan Skala Organisasi:** Sebagian besar literatur dan standar tata kelola TI atau inovasi (seperti COBIT atau ISO) dirancang dengan bahasa teoretis dan persyaratan sistemik yang melampaui kapasitas manajerial UMKM [26]. Model dominan yang dikembangkan untuk perusahaan besar mengasumsikan ketersediaan sumber daya dan formalisasi yang tidak mencerminkan realitas UMKM yang sering kali mengambil keputusan secara informal [25].
 - 2) **Kesenjangan pada Digital Capability dan Circular Economy (CE):** Meskipun digitalisasi diakui dapat mendukung model bisnis sirkular, jalur spesifik (mekanisme organisasional) tentang bagaimana kapabilitas platform digital diterjemahkan menjadi kinerja ekonomi sirkular pada UMKM yang menghadapi ketidakpastian lingkungan masih kurang diteorikan (*undertheorized*) [27]. Penelitian sering kali mengkaji digitalisasi atau inovasi hijau secara terpisah, sehingga menghasilkan penjelasan yang terfragmentasi [28].
 - 3) **Kesenjangan pada Food Waste Management (FWM):** Kajian mengenai penerapan praktik CE sering kali memperlakukan sirkularitas sebagai variabel independen yang memprediksi kinerja, tanpa mengurai praktik konstituenya (seperti pengurangan limbah dan efisiensi sumber daya), sehingga membatasi pemahaman tentang mekanisme spesifik mana yang mendorong peningkatan kinerja [29].
 - 4) **Kesenjangan pada Sustainable Performance:** Literatur masih lebih banyak menyoroti manfaat transformasi digital bagi UMKM dibandingkan risiko dan konsekuensi tak terduga (*unintended consequences*). Dalam praktiknya, investasi aplikasi POS yang mahal dapat menjadi beban finansial, pembaruan perangkat berpotensi meningkatkan limbah elektronik (e-waste), dan rendahnya disiplin input data dapat menyebabkan pelacakan stok yang tidak akurat sehingga memicu kesalahan prediksi permintaan dan peningkatan food waste. Akibatnya, teknologi sering dipandang sebagai pusat biaya (*cost center*), bukan sebagai investasi strategis yang mendukung keberlanjutan, terutama pada UMKM dengan keterbatasan modal. [30], [31].
- Literatur saat ini mengenai IT Governance dan Ekonomi Sirkular sangat bias terhadap korporasi besar berskala multinasional. Terdapat kekosongan empiris dan metodologis mengenai bagaimana standar tata kelola TI formal (seperti COBIT 2019) dapat direduksi (*right-sized*) dan dioperasionalkan secara spesifik untuk memitigasi krisis food waste di sektor UMKM kuliner.

1.2. Research Objectives

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model IT Governance bagi UMKM coffee shop yang mengintegrasikan kapabilitas digital, pengelolaan *food waste*, dan praktik *Circular Economy* guna mendukung *sustainable performance*.

Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) Mengidentifikasi komponen utama IT Governance yang relevan bagi UMKM coffee shop.
- 2) Menganalisis hubungan antara IT Governance, Digital Capability, Food Waste Management, dan Circular Economy berdasarkan literatur.
- 3) Mengembangkan model konseptual IT Governance yang mendukung keberlanjutan UMKM coffee shop.

Novelty penelitian ini terletak pada tiga aspek. Pertama, penelitian mengembangkan mekanisme kausal berjenjang yang menempatkan *right-sized* IT governance sebagai antecedent pembentukan digital capability, bukan sekadar menganggap teknologi sebagai faktor independen. Kedua, penelitian mengadaptasi secara selektif prinsip dan objective COBIT 2019 menjadi COBIT-Lite yang sesuai dengan keterbatasan sumber daya UMKM coffee shop. Ketiga, penelitian menghubungkan tata kelola TI dengan proses operasional food waste management dan circular economy practices untuk menghasilkan sustainable performance berbasis triple bottom line.

1.3. Research Contributions

Secara teoritis, penelitian ini memperluas kajian IT Governance dengan mengintegrasikan aspek *Digital Capability*, *Food Waste Management*, dan *Circular Economy* dalam satu kerangka konseptual untuk mendukung *sustainable performance* pada UMKM coffee shop.

Secara praktis, penelitian ini menghasilkan model IT Governance yang dapat digunakan sebagai panduan bagi UMKM coffee shop dalam mengelola teknologi digital secara lebih efektif, mengurangi *food waste*, menerapkan praktik *Circular Economy*, dan meningkatkan keberlanjutan bisnis. Langkah taktis ini sangat esensial mengingat literatur terkini menggarisbawahi bahwa integrasi instrumen digital dan strategi ekonomi sirkular pada UMKM secara signifikan terbukti memperkuat resiliensi organisasi, eko-inovasi, serta keunggulan kompetitif di ekosistem bisnis global yang semakin rentan [32], [33].

Penelitian ini memperluas penerapan RBV dan DCT dengan mengusulkan bahwa IT governance yang disederhanakan dapat berperan sebagai antecedent yang mengorkestrasi transisi dari model linear menuju model sirkular dalam lingkungan dengan sumber daya terbatas [28], [29].

Kontribusi praktis, memberikan peta jalan taktis (*tactical roadmap*) bagi manajer/pemilik UMKM kedai kopi untuk memprioritaskan investasi digital mereka, mengoptimalkan proses pelacakan limbah harian, dan menghindari investasi TI yang sekadar menjadi *cost center*.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Information Technology Governance

Information Technology Governance (IT Governance) merupakan bagian dari tata kelola organisasi yang berfokus pada pemanfaatan teknologi informasi untuk mendukung pencapaian tujuan bisnis. IT Governance memastikan bahwa investasi teknologi informasi mampu menciptakan nilai bagi organisasi sekaligus mengelola risiko yang terkait dengan penggunaan teknologi [17].

Mekanisme kolaboratif ini menjadi semakin krusial dalam inisiatif keberlanjutan, di mana tata kelola TI dan kepemimpinan yang melek teknologi (technologically vigilant leadership) terbukti ampuh dalam mendongkrak kapabilitas platform digital, kecerdasan buatan, hingga inovasi model bisnis metaverse yang sirkular guna menjawab tantangan disrupsi Industri 4.0 [27], [28], [32], [33], [34], [35], [36].

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kombinasi ketiga mekanisme tersebut berkontribusi terhadap terciptanya *business-IT alignment*, yaitu kondisi ketika penggunaan teknologi informasi selaras dengan strategi dan tujuan organisasi [17]. Dalam konteks UMKM, penerapan IT Governance menjadi penting karena keterbatasan sumber daya menuntut organisasi untuk memastikan bahwa setiap investasi teknologi memberikan manfaat yang optimal.

Pada penelitian ini, IT Governance diposisikan sebagai fondasi yang mengarahkan pemanfaatan teknologi digital untuk mendukung pengelolaan food waste dan implementasi Circular Economy pada UMKM coffee shop.

2.2. COBIT-Lite dan Tata Kelola TI yang Tepat Guna untuk UMKM Kedai Kopi

Meskipun kerangka kerja *IT Governance* konvensional seperti COBIT 2019 menyediakan pedoman yang sangat komprehensif untuk menyelaraskan aset teknologi dengan tujuan bisnis, aplikasinya di dalam lingkungan Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) sering kali terbentur oleh realitas operasional. Praktik tata kelola formal mengasumsikan adanya departemen TI yang mapan, proses dokumentasi yang ketat, serta sumber daya finansial yang substansial. Sebaliknya, UMKM kedai kopi pada umumnya beroperasi dalam lanskap kelangkaan sumber daya (*resource-constrained environments*), literasi digital yang terbatas, dan mekanisme koordinasi yang bersifat informal [25], [26].

Untuk menjembatani kesenjangan ini, diperlukan pendekatan "penyesuaian ukuran" atau *right-sizing* melalui konsep **COBIT-Lite**. *Right-sized IT governance* merujuk pada proses penerjemahan bahasa teoretis dan persyaratan sistemik kerangka global menjadi praktik inovasi bertaraf kompleksitas rendah (*low-complexity management practices*) yang sensitif terhadap konteks lokal [26]. Dalam model CL-SITG-CS, COBIT 2019 disederhanakan dengan memilih domain objektif yang paling fundamental—seperti EDM04 untuk optimalisasi sumber daya dan APO14 untuk manajemen data pelacakan limbah. Alih-alih meresepkan birokrasi yang komprehensif, pendekatan COBIT-Lite memprioritaskan kelincahan adaptasi, koordinasi strategis kepemimpinan, dan alat digital berbasis *cloud* berbiaya rendah (seperti platform *Point of Sale* dan aplikasi kolaborasi pelacakan inventaris) [26]. Pendekatan diagnostik ini sangat cocok untuk memfasilitasi UMKM kedai kopi mengunci target reduksi *food waste* dan menginisiasi ekonomi sirkular secara presisi tanpa mengorbankan fleksibilitas operasional mereka [29].

2.3. Digital Capability

Digital capability mengacu pada kemampuan organisasi dalam memperoleh, mengintegrasikan, dan memanfaatkan teknologi digital untuk mendukung penciptaan nilai. Namun, dalam literatur UMKM, digital capability sering diperlakukan sebagai hasil adopsi teknologi semata, sementara peran IT Governance dalam membentuk dan mengarahkan kapabilitas tersebut masih kurang dijelaskan [15], [37].

Dalam konteks UMKM, kapabilitas digital tidak hanya berkaitan dengan kepemilikan teknologi, tetapi juga kemampuan organisasi dalam memanfaatkan data dan teknologi untuk mendukung pengambilan keputusan. Kapabilitas digital berperan penting dalam mendorong inovasi berkelanjutan, praktik Circular Economy, dan peningkatan kinerja organisasi [15]. Temuan tersebut diperkuat oleh penelitian yang menunjukkan bahwa kepemimpinan, budaya digital, dan kompetensi sumber daya manusia merupakan faktor penting dalam keberhasilan pemanfaatan teknologi digital pada UMKM [14].

Pada coffee shop, kapabilitas digital dapat diwujudkan melalui penggunaan sistem POS, manajemen inventori digital, analitik pelanggan, sistem peramalan permintaan, dan dashboard operasional yang memungkinkan pengambilan keputusan berbasis data.

2.4. Food Waste Management

Food waste merupakan salah satu tantangan utama dalam sektor jasa makanan karena berdampak pada aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial. Food Waste Management didefinisikan sebagai serangkaian aktivitas yang bertujuan mencegah, mengurangi, memonitor, dan mengelola limbah makanan sepanjang proses operasional [6].

Pengelolaan food waste pada sektor jasa makanan dapat dilakukan melalui empat pendekatan utama, yaitu *forecasting*, *waste analysis*, *redistribution*, dan *prevention measures* [8]. Pendekatan tersebut bertujuan mengurangi

limbah melalui perencanaan yang lebih akurat, identifikasi sumber limbah, pemanfaatan kembali makanan yang masih layak konsumsi, serta penerapan tindakan pencegahan dalam proses operasional.

Perkembangan teknologi digital memungkinkan organisasi melakukan monitoring dan pengelolaan food waste secara lebih efektif. Penelitian Principato et al, [6] menunjukkan bahwa teknologi digital dapat meningkatkan akurasi prediksi permintaan, mengoptimalkan penggunaan bahan baku, dan mengurangi limbah makanan melalui analisis data operasional [6].

Pada coffee shop, food waste umumnya berasal dari bahan baku yang kedaluwarsa, produk yang tidak terjual, kesalahan produksi, sisa konsumsi pelanggan, dan ampas kopi. Oleh karena itu, pengelolaan food waste menjadi salah satu aspek penting dalam mendukung keberlanjutan bisnis.

2.5. Circular Economy

Circular Economy merupakan pendekatan yang bertujuan menggantikan model ekonomi linear (*take-make-dispose*) dengan sistem yang menekankan pengurangan limbah dan optimalisasi pemanfaatan sumber daya. Kirchherr et al. (2017) mendefinisikan Circular Economy sebagai sistem ekonomi yang berupaya mempertahankan nilai produk, material, dan sumber daya selama mungkin melalui strategi *reduce, reuse, recycle*, dan *recover* [38].

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi digital semakin diakui sebagai faktor pendukung utama implementasi Circular Economy. Teknologi digital membantu organisasi meningkatkan visibilitas data, mengoptimalkan aliran sumber daya, dan mendukung pengambilan keputusan yang diperlukan untuk menerapkan praktik ekonomi sirkular [13]. Selain itu, Integrasi teknologi digital dan Circular Economy dapat meningkatkan efisiensi sumber daya, mengurangi limbah, dan memperkuat kinerja keberlanjutan organisasi [12].

Pada konteks coffee shop, praktik Circular Economy dapat diwujudkan melalui pengurangan food waste, redistribusi makanan yang masih layak konsumsi, pemanfaatan kembali ampas kopi, penggunaan kemasan ramah lingkungan, dan optimalisasi penggunaan bahan baku.

2.6. Sustainable SME Performance

Sustainable Performance mengacu pada kemampuan organisasi dalam mencapai tujuan ekonomi, lingkungan, dan sosial secara seimbang dan berkelanjutan. Konsep ini sejalan dengan pendekatan *Triple Bottom Line* oleh Elkington yang menekankan pentingnya penciptaan nilai tidak hanya dari aspek keuntungan ekonomi, tetapi juga dari aspek lingkungan dan sosial [39].

Dalam konteks UMKM, kinerja keberlanjutan mencakup kemampuan organisasi dalam meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi dampak lingkungan, serta memberikan manfaat bagi pelanggan dan masyarakat. Kapabilitas digital dan praktik Circular Economy berkontribusi positif terhadap peningkatan kinerja keberlanjutan organisasi [15]. Temuan tersebut diperkuat oleh bukti bahwa praktik bisnis hijau dan kebijakan ekonomi sirkular dapat meningkatkan kinerja berkelanjutan UMKM [40].

Pada penelitian ini, sustainable performance diposisikan sebagai tujuan akhir yang ingin dicapai melalui penerapan IT Governance, pengembangan kapabilitas digital, pengelolaan food waste, dan implementasi Circular Economy secara terintegrasi.

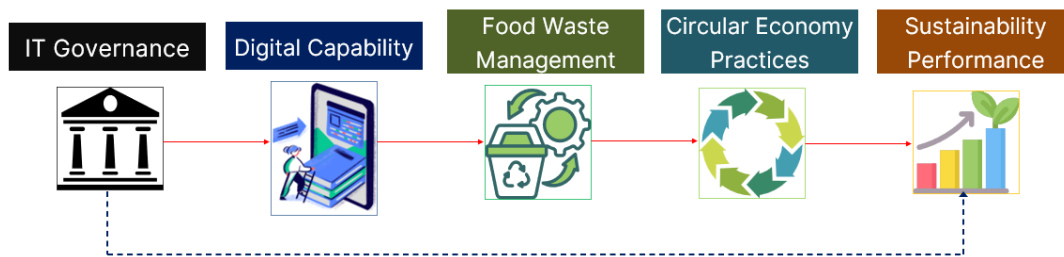
2.7. Sintesis Teoretis

Berdasarkan kajian literatur, dapat dipahami bahwa IT Governance menyediakan mekanisme yang mengarahkan pemanfaatan teknologi agar selaras dengan tujuan organisasi [17]. Tata kelola yang efektif memungkinkan organisasi membangun kapabilitas digital yang diperlukan untuk mendukung aktivitas operasional dan pengambilan keputusan [15].

Kapabilitas digital tersebut selanjutnya mendukung implementasi Food Waste Management melalui peningkatan akurasi perencanaan, monitoring limbah, dan optimasi penggunaan sumber daya [6]. Pengelolaan food waste yang efektif menjadi landasan implementasi Circular Economy karena berkontribusi terhadap pengurangan limbah, penggunaan kembali sumber daya, dan peningkatan efisiensi operasional [13].

Dengan demikian, penelitian ini memandang bahwa pencapaian sustainable performance pada UMKM coffee shop tidak terjadi secara langsung melalui adopsi teknologi, tetapi melalui mekanisme berjenjang yang dimulai dari IT Governance, dilanjutkan dengan pembentukan Digital Capability, peningkatan Food Waste Management, implementasi Circular Economy, dan akhirnya menghasilkan Sustainable Performance.

2.8. Proposisi Konseptual



Gambar 1. Model konseptual awal

Gambar 1 menunjukkan model konseptual yang menjelaskan bagaimana IT Governance mendukung pencapaian sustainability performance pada UMKM coffee shop. Model ini menempatkan IT Governance sebagai fondasi yang mengarahkan pemanfaatan teknologi melalui struktur, proses, dan mekanisme relasional [17]. Tata kelola yang efektif memungkinkan organisasi mengembangkan digital capability yang mendukung pengelolaan operasional berbasis data [15]. Kapabilitas digital tersebut berkontribusi terhadap peningkatan efektivitas food waste management melalui aktivitas monitoring, forecasting, dan pengendalian limbah makanan [6], [8]. Selanjutnya, pengelolaan food waste yang efektif mendorong implementasi praktik circular economy melalui strategi reduce, reuse, recycle, dan recover [13], [38]. Pada akhirnya, integrasi seluruh komponen tersebut diharapkan meningkatkan sustainability performance yang mencakup dimensi ekonomi, lingkungan, dan sosial [40]. Garis putus-putus menunjukkan bahwa IT Governance juga berpotensi memberikan kontribusi langsung terhadap pencapaian kinerja keberlanjutan melalui peningkatan kualitas pengambilan keputusan dan penyelarasan teknologi dengan tujuan organisasi [17].

Tabel 1 Ringkasan Studi Sebelumnya

Penulis/ Tahun	Konteks	Fokus/ Teori	Metode	Temuan Utama	Keterbatasan	Relevansi bagi CL-SITG-CS
De Haes & Van Grembergen	Organisa si besar	IT Govern ance mechan isms	Empiris	Struktur, proses, dan mekanisme relasional meningkatkan alignment	Tidak membahas UMKM dan sustainability	Fondasi governance mechanism
Neri et al.	Industria l SMEs	Digital technolo gy dan CE	Empiris/re view	Teknologi mendukung implementasi CE	Tidak menjelaskan governance antecedent	Dasar hubungan digital capability–CE
Principato et al.	Food service	Digital food waste manage ment	Empiris	Digital tools mendukung monitoring waste	Tidak mengintegrasik an IT governance	Dasar FWM layer
Mrad & Belgaroui	SMEs	Digital circular synergy	Konseptual /empiris	Integrasi digital dan CE meningkatkan kinerja	Tidak spesifik coffee shop	Dasar sustainable performance

3. Metode Penelitian

3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan konseptual (*conceptual research approach*) yang bertujuan mengembangkan model IT Governance untuk UMKM coffee shop melalui sintesis dan integrasi berbagai teori serta temuan penelitian yang relevan. Pendekatan konseptual dipilih karena penelitian mengenai IT Governance, *Digital Capability*, *Food Waste Management*, dan *Circular Economy* pada konteks UMKM coffee shop masih berkembang

secara terpisah sehingga diperlukan suatu kerangka yang mampu mengintegrasikan berbagai konsep tersebut ke dalam model yang komprehensif. Tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Tahapan penelitian yang dilakukan

Penelitian konseptual berfokus pada pengembangan dan penyempurnaan konsep, hubungan antar konsep, serta pembentukan kerangka teoritis baru yang dapat digunakan untuk menjelaskan suatu fenomena [41]. Dalam penelitian ini, pendekatan konseptual digunakan untuk mengembangkan model IT Governance yang dapat menjelaskan bagaimana tata kelola teknologi mendukung pengelolaan *food waste* dan implementasi *Circular Economy* guna meningkatkan *sustainable performance* pada UMKM coffee shop.

3.2. Pengembangan Model Berbasis Literatur

Kajian konseptual dalam penelitian ini disusun melalui *systematic literature review* dengan menelusuri publikasi ilmiah yang terindeks pada basis data *Scopus* dan *Google Scholar Labs*. Literatur yang dianalisis dibatasi pada rentang publikasi 2021–2026 untuk memperoleh perkembangan penelitian terkini mengenai tata kelola TI, digitalisasi UMKM, food waste, dan keberlanjutan. Proses pencarian menggunakan kombinasi kata kunci dan operator Boolean, seperti ("IT Governance" OR "Information Technology Governance") AND ("Coffee Shop" OR "SMEs") AND ("Food Waste") AND ("Circular Economy" OR "Sustainable Performance"). Selanjutnya, artikel diseleksi berdasarkan relevansi topik, kualitas publikasi, serta kontribusinya dalam mengidentifikasi kesenjangan penelitian (research gap) dan menyusun kerangka konseptual penelitian.

Model yang diusulkan dikembangkan melalui kajian dan sintesis literatur dari lima domain utama yang memiliki keterkaitan dengan tujuan penelitian, yaitu IT Governance, Digital Capability, Food Waste Management, Circular Economy, dan Sustainable Performance.

Tabel 2. Domain Literatur Pengembangan Model

Domain	Fokus Kajian	Referensi Utama
IT Governance	Tata kelola teknologi, struktur, proses, dan mekanisme relasional	De Haes & Van Grembergen (2009)
Digital Capability	Kapabilitas digital dan transformasi digital UMKM	Duong (2026); Dey et al. (2024)
Food Waste Management	Pengelolaan dan pengurangan limbah makanan	Principato et al. (2023); Strotmann et al. (2022)
Circular Economy	Efisiensi sumber daya dan pengurangan limbah	Neri et al. (2023); Mrad dan Belgaroui (2025)
Sustainable Performance	Kinerja ekonomi, lingkungan, dan sosial	Duong (2026); Megawati et al. (2024)

Proses sintesis pada domain pada Tabel 2 turut diperkuat oleh berbagai pemetaan bibliometrik dan tinjauan kerangka pembiayaan hijau (green financing). Literatur termutakhir secara konsisten mengonfirmasi bahwa keselarasan antara teknologi digital dan inovasi ekologis sangat esensial dalam memacu keunggulan kompetitif berkelanjutan di sektor pangan dan arsitektur kreatif bagi UMKM [42], [43], [44], [45], [46], [47], [48], [49].

3.3. Prosedur Pengembangan Model Konseptual

Pengembangan model dilakukan melalui empat tahapan utama yang diadaptasi dari pendekatan pengembangan model konseptual dalam penelitian sistem informasi dan manajemen.



Gambar 3. Tahapan pengembangan Model

Tahapan pengembangan model pada gambar 3 diuraikan sebagai berikut:

1) Identifikasi Konsep

Pada tahap pertama, dilakukan identifikasi konsep-konsep utama yang berulang dalam literatur. Hasil identifikasi menunjukkan lima konstruk utama yang relevan dengan tujuan penelitian, yaitu:

- IT Governance

- b. Digital Capability
 - c. Food Waste Management
 - d. Circular Economy
 - e. Sustainable Performance
- 2) **Klasifikasi Konstruk**
Setelah konsep utama teridentifikasi, setiap konstruk diklasifikasikan berdasarkan peran dan kontribusinya dalam model.
Pada tahap ini IT Governance diposisikan sebagai mekanisme tata kelola, Digital Capability sebagai kapabilitas organisasi, Food Waste Management sebagai proses operasional, Circular Economy sebagai praktik keberlanjutan, dan Sustainable Performance sebagai outcome organisasi.
- 3) **Pemetaan Hubungan Antar Konstruk**
Tahap berikutnya adalah memetakan hubungan antar konstruk berdasarkan sintesis teori dan temuan empiris yang ditemukan dalam literatur.
Hubungan antar konstruk dibangun berdasarkan logika bahwa IT Governance memungkinkan organisasi mengembangkan kapabilitas digital yang lebih baik. Kapabilitas digital tersebut mendukung pengelolaan food waste secara efektif. Pengelolaan food waste kemudian menjadi dasar implementasi Circular Economy yang pada akhirnya berkontribusi terhadap peningkatan kinerja keberlanjutan organisasi.
- 4) **Pengembangan Model Konseptual**
Tahap terakhir adalah menyusun model konseptual yang mengintegrasikan seluruh konstruk ke dalam satu kerangka yang utuh. Model yang dihasilkan terdiri atas tiga komponen tata kelola utama, yaitu *governance structure*, *governance process*, dan *relational mechanism*, yang berfungsi membentuk kapabilitas digital organisasi. Kapabilitas tersebut selanjutnya mendukung implementasi *food waste management* dan *Circular Economy* untuk mencapai *sustainable performance*.

3.4. Output Penelitian

Output utama penelitian ini adalah sebuah model konseptual IT Governance yang dirancang khusus untuk UMKM coffee shop. Model tersebut menjelaskan mekanisme tata kelola teknologi yang diperlukan untuk mendukung pengembangan kapabilitas digital, pengelolaan food waste, implementasi Circular Economy, serta peningkatan *sustainable performance*.

Model yang dihasilkan selanjutnya dijelaskan dan dibahas pada bagian hasil dan pembahasan sebagai artefak konseptual yang diusulkan dalam penelitian ini.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Gambaran Umum Model IT Governance yang Diusulkan

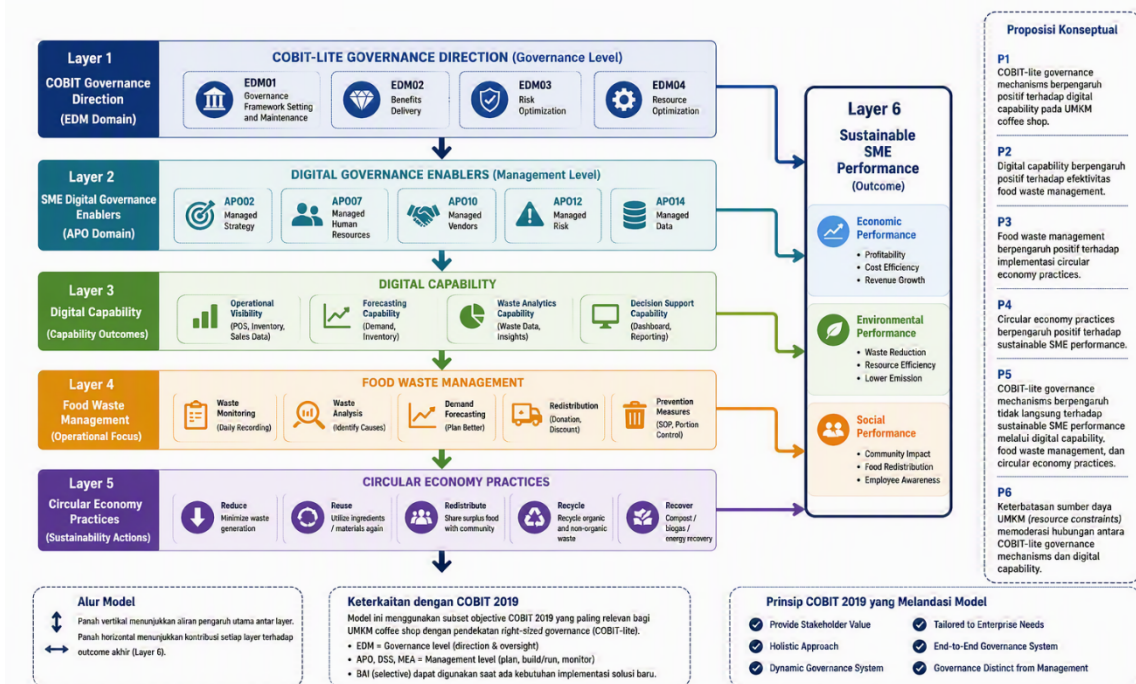
Hasil utama penelitian ini adalah pengembangan model Sustainable IT Governance for Coffee Shop SMEs (SITG-CS) yang dirancang untuk mengintegrasikan tata kelola teknologi, kapabilitas digital, pengelolaan *food waste*, dan praktik *Circular Economy* dalam rangka meningkatkan *sustainable performance* UMKM coffee shop.

Penyelarasan ini diharapkan dapat mengarahkan implementasi instrumen cerdas seperti: smart eNose, pelacakan rantai pasok siklus tertutup (closed-loop), maupun teknologi hijau lainnya, tidak sekadar berfungsi meminimalkan sisa makanan (zero-waste). Lebih jauh, pendekatan yang diatur secara tata kelola ini mampu mendorong akselerasi kinerja finansial secara nyata, sekaligus mencegah konsekuensi tak terduga (unintended consequences) yang kerap muncul dari digitalisasi yang sporadis pada UMKM kuliner [31], [50], [51], [52], [53], [54], [55], [56]. Secara konseptual, model terdiri atas enam lapisan (*layers*), yaitu:

1. Governance Structure
2. Governance Process
3. Relational Mechanism
4. Digital Capability
5. Food Waste Management and Circular Economy Practices
6. Sustainable Performance

Hubungan antar lapisan menggambarkan proses penciptaan nilai (*value creation process*) yang dimulai dari tata kelola teknologi hingga menghasilkan dampak ekonomi, lingkungan, dan sosial bagi UMKM coffee shop.

Gambar 4 menggambarkan model CL-SITG-CS sebagai kerangka tata kelola TI berbasis COBIT-Lite yang disesuaikan dengan kebutuhan dan keterbatasan UMKM coffee shop. Model ini menempatkan arah tata kelola dan enabler digital sebagai fondasi untuk membangun kapabilitas digital, yang kemudian digunakan untuk memperkuat pengelolaan food waste dan mendorong praktik circular economy. Melalui alur tersebut, teknologi tidak hanya diposisikan sebagai alat operasional, tetapi juga sebagai mekanisme strategis untuk menciptakan nilai keberlanjutan. Dengan demikian, model ini menjelaskan bagaimana tata kelola TI yang tepat guna dapat membantu UMKM coffee shop meningkatkan kinerja ekonomi, lingkungan, dan sosial secara lebih terarah.



Gambar 4. COBIT-Lite Sustainable IT Governance Model for Coffee Shop SMEs (CL-SITG-CS Model)

4.1.1. Governance Structure

Lapisan pertama model adalah *Governance Structure*, yang berfungsi sebagai mekanisme pengaturan peran, tanggung jawab, dan otoritas dalam pengambilan keputusan terkait teknologi.

Pada UMKM coffee shop, struktur tata kelola tidak dapat disamakan dengan organisasi besar yang memiliki divisi teknologi informasi khusus. Oleh karena itu, model yang diusulkan mengadaptasi konsep IT Governance ke dalam struktur yang lebih sederhana dan sesuai dengan karakteristik UMKM. Terdapat tiga komponen utama yang teridentifikasi pada layer ini, yakni:

a) Owner Leadership

Pemilik usaha berperan sebagai pengambil keputusan strategis yang menentukan arah penggunaan teknologi, target pengurangan limbah, serta investasi digital.

Peran ini menunjukkan bahwa kepemimpinan merupakan faktor utama keberhasilan transformasi digital pada UMKM [14].

b) Digital Operations Coordinator

Peran ini dapat dijalankan oleh supervisor atau manajer operasional yang bertanggung jawab terhadap pengelolaan data operasional, inventori, dan pemantauan *food waste*.

c) Staff Sustainability Team

Seluruh karyawan, termasuk barista dan staf dapur, berpartisipasi dalam pencatatan limbah, pelaksanaan SOP, dan pemberian umpan balik terkait aktivitas operasional.

Struktur tersebut memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat sekaligus menciptakan akuntabilitas dalam pengelolaan teknologi dan keberlanjutan. Karakteristik coffee shop mikro dengan struktur ketenagakerjaan minimalis menuntut fleksibilitas tinggi, membuat model tata kelola formal ini tidak serta-merta kompatibel. Tumpang tindih peran (role blurring) menjadi konsekuensi logis ketika kendali operasional dan manajerial berada di tangan pemilik bersama satu atau dua staf saja. Oleh sebab itu, idealisme pemisahan fungsi yang diusulkan dalam framework ini wajib didekonstruksi agar penugasan tanggung jawab dapat berjalan adaptif dan realistis di tengah keterbatasan sumber daya.

Meskipun terjadi role blurring, kondisi tersebut tidak bertentangan dengan prinsip COBIT-Lite selama mekanisme akuntabilitas tetap dipertahankan. Pada konteks UMKM coffee shop, pemilik usaha dapat merangkap sebagai Owner Leadership sekaligus Digital Operations Coordinator, sedangkan fungsi pengendalian (monitoring) tidak lagi bergantung pada pemisahan jabatan, tetapi dialihkan melalui mekanisme kontrol digital seperti dashboard POS, log aktivitas pengguna, laporan inventori otomatis, dan notifikasi penyimpangan stok. Dengan demikian, prinsip tata kelola bergeser dari segregation of duties menuju segregation of accountability, yaitu setiap aktivitas tetap memiliki jejak audit (audit trail) yang dapat ditelusuri meskipun dijalankan oleh individu yang sama.

Pendekatan ini menjadikan COBIT-Lite lebih realistis dan sesuai dengan karakteristik UMKM yang memiliki sumber daya manusia terbatas tanpa mengurangi transparansi dan akuntabilitas pengelolaan teknologi.

4.1.2 Governance Process

Governance Process merupakan inti dari model yang diusulkan karena berfungsi mengubah data operasional menjadi informasi yang mendukung pengambilan keputusan. Terdapat tiga komponen utama yang teridentifikasi pada layer ini, yakni:

a) Digital Data Acquisition

Tahap ini mencakup pengumpulan data dari berbagai sumber seperti:

- POS
- Sistem inventori
- Pemesanan digital
- Data pelanggan

Pengumpulan data menjadi fondasi bagi seluruh aktivitas analitik dan pengambilan keputusan.

b) Food Waste Monitoring

Proses ini bertujuan mengidentifikasi sumber limbah yang muncul selama operasional. Kategori limbah meliputi: [6]

- Preparation waste
- Spoilage waste
- Unsold products
- Customer leftovers
- Coffee grounds waste

c) Demand Forecasting

Data historis digunakan untuk memprediksi kebutuhan bahan baku dan volume produksi. Implementasi forecasting memungkinkan coffee shop mengurangi risiko overproduction yang merupakan salah satu penyebab utama *food waste* [8].

d) Circular Resource Allocation

Tahap ini menentukan perlakuan terhadap sumber daya yang tersisa, apakah: digunakan kembali, didonasikan, didaur ulang, atau dibuang.

e) Sustainability Review

Evaluasi dilakukan secara berkala menggunakan indikator keberlanjutan yang telah ditetapkan. Melalui proses tersebut, teknologi tidak hanya digunakan sebagai alat operasional tetapi juga sebagai instrumen pengambilan keputusan strategis.

4.1.3 Relational Mechanism

Selain struktur dan proses, keberhasilan IT Governance juga dipengaruhi oleh mekanisme relasional yang menghubungkan individu, teknologi, dan tujuan organisasi [17]. Pada model yang diusulkan, mekanisme relasional terdiri atas tiga aktivitas utama, yakni:

a) Digital Awareness

Meningkatkan pemahaman karyawan terhadap penggunaan teknologi digital.

b) Sustainability Awareness

Meningkatkan kesadaran mengenai dampak ekonomi dan lingkungan dari *food waste*.

c) Knowledge Sharing

Mendorong pertukaran pengalaman dan pembelajaran antar karyawan terkait praktik terbaik pengelolaan limbah dan pemanfaatan teknologi. Komponen ini menjadi penting karena sebagian besar UMKM menghadapi keterbatasan kompetensi digital dan sumber daya manusia [15].

4.1.4 Digital Capability as Governance Outcome

Hasil pertama dari implementasi IT Governance adalah terbentuknya *Digital Capability*. Model ini mengidentifikasi empat kapabilitas utama:

a) Operational Visibility

Kemampuan memperoleh informasi operasional secara *real-time*.

b) Forecasting Capability

Kemampuan memprediksi permintaan dan kebutuhan bahan baku.

c) Waste Analytics Capability

Kemampuan mengidentifikasi pola dan sumber *food waste*.

d) Decision Support Capability

Kemampuan menghasilkan rekomendasi berbasis data.

Kapabilitas tersebut memungkinkan coffee shop meningkatkan kualitas pengambilan keputusan operasional dan strategis. Debat konseptual masih mewarnai literatur mengenai sejauh mana kapabilitas digital secara langsung mengintervensi agenda keberlanjutan. Di satu sisi, arus utama penelitian menempatkan digital capability sebagai katalisator primer bagi circular economy dan sustainable performance. Sebaliknya, kubu pemikiran kontemporer menyanggah linearitas tersebut dengan argumen bahwa kapasitas teknologi hanya akan mewujudkan menjadi nilai kemanfaatan nyata jika diorkestrasi oleh tata kelola, kepemimpinan, dan kompetensi organisasional yang matang. Berangkat dari polarisasi teoretis ini, model yang diusulkan sengaja mendekonstruksi peran independen digital capability dan memposisikannya sebagai outcome atau produk turunan yang distimulasi oleh governance mechanism.

4.1.5 Food Waste Management and Circular Economy Practices

Kapabilitas digital yang terbentuk kemudian mendukung implementasi *Food Waste Management* dan *Circular Economy*. Pada konteks coffee shop, implementasi Circular Economy diwujudkan melalui:

- a) Reduce
Mengurangi limbah melalui perencanaan dan forecasting yang lebih akurat.
- b) Reuse
Mengoptimalkan penggunaan kembali bahan yang masih layak.
- c) Redistribute
Menyalurkan produk yang masih layak konsumsi kepada pihak lain.
- d) Recycle
Memanfaatkan ampas kopi dan material lain yang masih memiliki nilai guna.
- e) Recover
Menghasilkan nilai ekonomi dari limbah yang sebelumnya dianggap tidak bernilai. Tahapan ini menunjukkan bahwa teknologi digital dapat menjadi enabler utama dalam transisi menuju model bisnis yang lebih sirkular.

Selain memberikan manfaat dalam mengurangi food waste, pemanfaatan teknologi digital juga memiliki dampak lingkungan yang perlu diperhitungkan. Penggunaan layanan cloud, perangkat POS, sensor IoT, maupun perangkat cerdas seperti smart eNose membutuhkan konsumsi energi, pembaruan perangkat, serta berpotensi menghasilkan limbah elektronik (e-waste). Oleh karena itu, model CL-SITG-CS tidak hanya mengedepankan prinsip green-by-IT, yaitu penggunaan teknologi untuk menekan limbah pangan dan meningkatkan efisiensi sumber daya, tetapi juga memperhatikan prinsip green-in-IT, yaitu meminimalkan jejak lingkungan dari teknologi itu sendiri. Dalam konteks ini, COBIT-Lite berfungsi memastikan bahwa setiap investasi teknologi dievaluasi berdasarkan nilai keberlanjutan yang dihasilkan sehingga manfaat berupa penurunan food waste, efisiensi penggunaan bahan baku, dan pengurangan emisi mampu melampaui dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh operasional teknologi digital.

4.1.6 Sustainable Performance Implications

Output akhir dari model yang diusulkan adalah peningkatan *sustainable performance* yang mencakup tiga dimensi utama.

- a) Economic Performance
 - 1) pengurangan biaya bahan baku,
 - 2) peningkatan efisiensi inventori,
 - 3) peningkatan profitabilitas.
- b) Environmental Performance
 - 1) pengurangan *food waste*,
 - 2) efisiensi penggunaan sumber daya,
 - 3) pengurangan limbah menuju TPA.
- c) Social Performance
 - 1) peningkatan citra bisnis,
 - 2) keterlibatan komunitas,
 - 3) peningkatan kepuasan pelanggan.

Hubungan antara transformasi digital, tata kelola TI, dan keberlanjutan korporasi nyatanya tidak bebas konteks. Ketika sebagian riset memvalidasi peran teknologi dalam mendongkrak efisiensi dan ekonomi sirkular, sebagian lain justru menggarisbawahi risiko pembengkakan biaya serta kompleksitas baru akibat rapuhnya kompetensi internal. Karakteristik non-universal ini mengindikasikan bahwa model CL-SITG-CS memerlukan baseline digitalisasi tertentu. Kedai kopi dengan infrastruktur dasar seperti POS atau sistem inventori digital jelas memiliki peluang keberhasilan lebih tinggi dibanding usaha mikro bermodal catatan manual. Lebih dari itu, efektivitas model ini bakal terbentur jika dipaksakan pada ekosistem ber-SDM rendah, berakses internet buruk, atau

yang volume transaksinya terlalu minim untuk menggerakkan algoritma forecasting dan waste analytics. Tanpa ekosistem yang suportif, proyeksi nilai tambah dari tata kelola digital ini dipastikan gagal terwujud.

Tabel 3. Matriks Operasionalisasi Dimensi dan Indikator pada Model SITG-CS

Dimensi	Sub-Dimensi	Indikator	Konteks Coffee Shop
Governance Structure	Owner Leadership	Komitmen pimpinan terhadap digitalisasi dan keberlanjutan	Owner menetapkan target pengurangan limbah dan investasi teknologi
	Digital Operations Coordinator	Kejelasan penanggung jawab operasional digital	Pengelolaan POS, QRIS, dashboard, dan data operasional
	Staff Sustainability Team	Keterlibatan staf dalam inisiatif keberlanjutan	Barista, kasir, dan kitchen crew mendukung pengurangan limbah
Governance Process	Digital Data Acquisition	Pengumpulan data transaksi digital	Data POS, QR Menu, QRIS, repeat order
		Pengumpulan data inventori	Stok biji kopi, susu, pastry, dan bahan baku lainnya
		Pengumpulan data limbah	Coffee grounds, susu rusak, produk tidak terjual
	Food Waste Monitoring	Monitoring volume limbah	Pencatatan volume limbah harian
		Monitoring jenis limbah	Coffee grounds, packaging waste, leftovers
	Demand Forecasting	Prediksi permintaan produk	Prediksi kebutuhan kopi, susu, dan menu populer
		Prediksi kebutuhan bahan baku	Prediksi pembelian bahan baku berdasarkan pola penjualan
	Waste Recovery Decision	Pengambilan keputusan pemanfaatan limbah	Kompos ampas kopi, daur ulang kemasan
	Sustainability Review	Evaluasi berkala performa keberlanjutan	Evaluasi limbah, efisiensi, dan performa bisnis
Relational Mechanism	Digital Awareness	Pemahaman staf terhadap teknologi digital	Pemanfaatan POS, QR Menu, QRIS
	Sustainability Awareness	Kesadaran staf terhadap keberlanjutan	Kesadaran pengurangan limbah dan efisiensi sumber daya
	Knowledge Sharing	Berbagi pengetahuan antar karyawan	Sharing praktik terbaik antar shift atau antar cabang
Digital Capability	Operational Visibility	Visibilitas inventori	Monitoring stok kopi, susu, dan bahan baku secara real-time
		Visibilitas penjualan	Monitoring omzet, menu terlaris, dan jam ramai
		Visibilitas limbah	Monitoring sumber dan volume limbah
	Forecasting Capability	Kemampuan memprediksi permintaan	Prediksi permintaan minuman dan makanan
		Kemampuan memprediksi kebutuhan inventori	Prediksi kebutuhan stok harian atau mingguan
	Waste Analytics Capability	Kemampuan menganalisis pola limbah	Identifikasi produk penyumbang limbah terbesar
		Kemampuan mengidentifikasi sumber limbah utama	Identifikasi coffee grounds, spoilage, atau leftovers
	Decision Support Capability	Ketersediaan rekomendasi keputusan berbasis data	Rekomendasi pembelian bahan baku dan produksi
		Dukungan sistem terhadap pengambilan keputusan operasional	Dashboard untuk keputusan stok dan promosi

Dimensi	Sub-Dimensi	Indikator	Konteks Coffee Shop
Food Waste Management	Waste Monitoring	Pencatatan limbah secara rutin	Pencatatan coffee grounds, susu rusak, dan produk tidak terjual
	Waste Analysis	Analisis penyebab limbah	Identifikasi penyebab overproduction atau spoilage
	Forecasting	Penggunaan prediksi untuk mengurangi limbah	Penyesuaian produksi berdasarkan prediksi permintaan
	Redistribution	Pemanfaatan produk yang masih layak konsumsi	Donasi atau pemanfaatan ulang produk tertentu
	Prevention Measures	Upaya pencegahan limbah sejak tahap perencanaan	Menu bundling, promo jam sepi, optimasi pembelian
Circular Economy Practices	Reduce	Pengurangan penggunaan bahan dan limbah	Pengurangan overstock dan overproduction
	Reuse	Penggunaan kembali material atau kemasan	Penggunaan reusable cup atau wadah
	Recycle	Daur ulang limbah menjadi produk baru	Pemanfaatan ampas kopi menjadi kompos atau media tanam
	Recover	Pemulihan nilai ekonomi dari limbah	Pemanfaatan coffee by-product menjadi produk bernilai tambah
Sustainable Performance	Economic Performance	Pengurangan biaya operasional	Penurunan biaya bahan baku dan limbah
		Peningkatan efisiensi inventori	Pengurangan stock loss dan spoilage
		Peningkatan profitabilitas	Margin usaha yang lebih baik
	Environmental Performance	Pengurangan limbah menuju landfill	Pengurangan limbah yang dibuang ke TPA
		Peningkatan pemanfaatan kembali sumber daya	Peningkatan tingkat recovery limbah
		Pengurangan dampak lingkungan	Pengurangan jejak lingkungan operasional
	Social Performance	Peningkatan kepuasan pelanggan	Pengalaman pelanggan yang lebih baik
		Peningkatan keterlibatan karyawan	Partisipasi staf dalam program keberlanjutan
		Peningkatan hubungan dengan komunitas	Kolaborasi dengan komunitas atau UMKM lokal

Tabel 3 menyajikan operasionalisasi dimensi, sub-dimensi, dan indikator pada model SITG-CS beserta konteks implementasinya pada UMKM coffee shop. Operasionalisasi ini dilakukan untuk menjembatani konsep teoritis IT Governance, Digital Capability, Food Waste Management, Circular Economy, dan Sustainable Performance ke dalam aktivitas operasional yang relevan dengan karakteristik bisnis coffee shop. Melalui pendekatan ini, model tidak hanya menjelaskan hubungan konseptual antar dimensi, tetapi juga memberikan gambaran mengenai bagaimana setiap komponen dapat diwujudkan dalam praktik bisnis sehari-hari, khususnya dalam pengelolaan limbah makanan, pemanfaatan teknologi digital, dan pencapaian tujuan keberlanjutan.

4.2. Implikasi Teoretis

Model **Sustainable IT Governance for Coffee Shop SMEs (SITG-CS)** yang dibangun memberikan beberapa implikasi teoretis yang berkontribusi pada pengembangan literatur IT Governance, transformasi digital, dan keberlanjutan UMKM, di antaranya:

- 1) Penelitian ini memperluas cakupan kajian IT Governance yang selama ini lebih banyak difokuskan pada penciptaan nilai bisnis, manajemen risiko, dan *business-IT alignment* [17]. Model yang diusulkan menunjukkan bahwa IT Governance tidak hanya berperan dalam memastikan keselarasan antara bisnis dan teknologi, tetapi juga dapat menjadi mekanisme strategis untuk mendukung tujuan keberlanjutan melalui pengelolaan food waste dan implementasi Circular Economy.
- 2) Kedua, penelitian ini mengintegrasikan lima domain literatur yang selama ini berkembang secara relatif terpisah, yaitu IT Governance, Digital Capability, Food Waste Management, Circular Economy, dan Sustainable Performance. Sebagian besar penelitian sebelumnya membahas hubungan antara digitalisasi dan keberlanjutan

secara langsung [13], [15], sedangkan penelitian ini menjelaskan mekanisme tata kelola yang memungkinkan hubungan tersebut terjadi.

- 3) Ketiga, model ini memperkenalkan perspektif *governance-enabled sustainability*, yaitu pandangan bahwa keberhasilan implementasi teknologi digital untuk tujuan keberlanjutan sangat bergantung pada keberadaan struktur, proses, dan mekanisme relasional yang memadai. Dengan demikian, teknologi dipandang bukan sebagai faktor independen yang secara otomatis menghasilkan manfaat, melainkan sebagai sumber daya yang harus dikelola melalui tata kelola yang efektif.
- 4) Keempat, penelitian ini memperkaya literatur UMKM dengan menawarkan model tata kelola yang disesuaikan dengan karakteristik organisasi berskala kecil. Berbeda dengan model IT Governance tradisional yang dikembangkan untuk organisasi besar, model SITG-CS dirancang dengan mempertimbangkan keterbatasan sumber daya, struktur organisasi yang sederhana, dan kebutuhan operasional UMKM coffee shop.

Secara konseptual, penelitian ini mengusulkan bahwa pencapaian *sustainable performance* merupakan hasil dari proses berjenjang yang dimulai dari IT Governance, dilanjutkan dengan pembentukan Digital Capability, peningkatan Food Waste Management, implementasi Circular Economy, dan akhirnya menghasilkan dampak ekonomi, lingkungan, dan sosial yang positif.

4.3. Perbandingan Model yang Diusulkan dengan Model Kerangka Implementasi

Untuk menunjukkan kontribusi model yang diusulkan, perlu dilakukan perbandingan dengan model IT Governance yang telah banyak digunakan dalam literatur.

Tabel 4. Perbandingan Model SITG-CS dengan Model Kerangka Implementasi

Aspek	IT Governance Tradisional (De Haes & Van Grembergen, 2009)	COBIT 2019	Model SITG-CS (Proposed Model)
Fokus utama	Business–IT Alignment	Governance dan Management of Enterprise IT	Sustainability-Oriented IT Governance
Konteks organisasi	Organisasi besar	Organisasi umum	UMKM Coffee Shop
Orientasi teknologi	Value delivery dan risk management	Enterprise governance	Sustainability dan food waste reduction
Struktur tata kelola	Structures, Processes, Relational Mechanisms	Governance Objectives dan Management Objectives	Structures, Processes, Relational Mechanisms yang disederhanakan untuk UMKM
Digital Capability	Tidak dibahas secara eksplisit	Tidak menjadi fokus utama	Menjadi outcome utama tata kelola
Food Waste Management	Tidak dibahas	Tidak dibahas	Menjadi domain inti model
Circular Economy	Tidak dibahas	Tidak dibahas	Terintegrasi dalam model
Sustainable Performance	Tidak menjadi fokus utama	Tidak menjadi fokus utama	Menjadi outcome akhir model
Konteks industri	General	General	Coffee Shop SMEs

Tabel 4 menunjukkan bahwa model SITG-CS mempertahankan fondasi dasar IT Governance yang dikemukakan oleh De Haes dan Van Grembergen (2009), yaitu struktur, proses, dan mekanisme relasional. Namun, model ini memperluas orientasi tata kelola dari yang semula berfokus pada *business–IT alignment* menjadi tata kelola yang mendukung keberlanjutan (*sustainability-oriented governance*).

Selain itu, Sebaiknya COBIT 2019 yang relatif kompleks dan lebih sesuai untuk organisasi dengan sumber daya yang besar, model SITG-CS dirancang secara lebih sederhana sehingga dapat diimplementasikan pada UMKM coffee shop. Model ini juga mengintegrasikan aspek food waste management dan Circular Economy yang belum banyak dibahas dalam kerangka IT Governance tradisional.

Dengan demikian, kontribusi utama model SITG-CS terletak pada kemampuannya menjembatani kesenjangan antara tata kelola teknologi dan tujuan keberlanjutan organisasi dalam konteks UMKM sektor kuliner.

5. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan mengembangkan model IT Governance yang mendukung keberlanjutan UMKM coffee shop melalui integrasi kapabilitas digital, pengelolaan *food waste*, dan praktik *Circular Economy*. Berdasarkan sintesis literatur dari domain IT Governance, Digital Capability, Food Waste Management, Circular

Economy, dan Sustainable Performance, penelitian ini menghasilkan model Sustainable IT Governance for Coffee Shop SMEs (SITG-CS).

Model yang diusulkan menunjukkan bahwa IT Governance berperan sebagai fondasi yang mengarahkan pemanfaatan teknologi digital melalui tiga mekanisme utama, yaitu *governance structure*, *governance process*, dan *relational mechanism*. Tata kelola yang efektif memungkinkan terbentuknya kapabilitas digital yang mendukung pengelolaan food waste secara lebih sistematis dan berbasis data. Selanjutnya, pengelolaan food waste yang efektif mendorong implementasi praktik Circular Economy yang berkontribusi terhadap peningkatan kinerja ekonomi, lingkungan, dan sosial UMKM coffee shop.

Hasil penelitian ini memperluas literatur IT Governance dengan menempatkan tata kelola teknologi sebagai mekanisme yang mendukung pencapaian tujuan keberlanjutan organisasi. Selain itu, model yang diusulkan memberikan kerangka konseptual yang dapat digunakan oleh pelaku UMKM coffee shop dalam mengelola teknologi digital secara lebih strategis untuk mendukung efisiensi operasional dan pengurangan limbah makanan.

Validasi empiris terhadap model SITG-CS merupakan prioritas krusial bagi penelitian selanjutnya, baik melalui koridor kuantitatif maupun kualitatif. Peneliti mendatang ditantang untuk merumuskan metrik pengukuran bagi tiap komponen model, sekaligus menggelar studi kasus pada coffee shop berbasis digital demi menguji dampaknya terhadap keberlanjutan organisasi. Guna mengamati efek nyata implementasi COBIT-Lite secara real-time, penggunaan metode longitudinal dan quasi-experimental sangat direkomendasikan untuk mengukur metrik profitabilitas, efisiensi persediaan, hingga penurunan volume limbah organik. Pada akhirnya, artikulasi model ini ke dalam bentuk framework implementasi atau governance maturity model akan menjembatani celah praktis-akademis secara lebih kokoh. Selain itu, penelitian mendatang dapat mengembangkan instrumen pengukuran untuk setiap komponen model, melakukan studi kasus pada coffee shop yang telah menerapkan transformasi digital, serta menguji pengaruh model terhadap kinerja keberlanjutan organisasi. Pengembangan model ke dalam bentuk *governance maturity model* atau *implementation framework* juga menjadi peluang penelitian yang menarik untuk memperkuat kontribusi praktis dan akademik dari model yang diusulkan.

Daftar Pustaka

- [1] S. Maihani and T. M. Nur, "Pengembangan UMKM Di Era Masyarakat Digitalisasi," *J. Nas. Komputasi Dan Teknol. Inf. JNKTI*, vol. 7, no. 2, 2024.
- [2] K. Kartika, S. P. Cipta, M. Zulfadhilah, and S. E. Prastya, "Analisis Sentimen Pengaruh Digitalisasi Terhadap Penjualan UMKM di Kota Banjarmasin Menggunakan Metode SVM," *J. Nas. Komputasi Dan Teknol. Inf. JNKTI*, vol. 7, no. 5, pp. 1121–1129, Sep. 2024, doi: 10.32672/jnkti.v7i5.8006.
- [3] A. M. Dewi, F. N. Azhar, and A. Maulana, "Analisis Efektivitas Sistem Informasi Manajemen dalam Peningkatan Kinerja UMKM Go Chicken di Era Digital," *J. Nas. Komputasi Dan Teknol. Inf. JNKTI*, vol. 7, no. 6, Dec. 2024, doi: 10.32672/jnkti.v7i6.8321.
- [4] A. D. E. Pratama, I. G. Anugrah, and W. P. P. Witra, "Pengukuran Tingkat Kematangan Tata Kelola TI dalam Pengelolaan Sampah di Kabupaten Gresik menggunakan Framework COBIT 5," *J. Nas. Komputasi Dan Teknol. Inf. JNKTI*, vol. 7, no. 6, Dec. 2024, doi: 10.32672/jnkti.v7i6.8392.
- [5] A. S. Rozi, I. G. Anugrah, and W. P. P. Witra, "Perancangan Ulang Proses Bisnis Pengelolaan Sampah di Kabupaten Gresik dengan Metode Business Process Management Life Cycle (BPMLC)," *J. Nas. Komputasi Dan Teknol. Inf. JNKTI*, vol. 7, no. 6, Dec. 2024, doi: 10.32672/jnkti.v7i6.8410.
- [6] L. Principato *et al.*, "Introducing digital tools for sustainable food supply management: Tackling food loss and waste in industrial canteens," *J. Ind. Ecol.*, vol. 27, no. 4, pp. 1060–1075, Aug. 2023, doi: 10.1111/jiec.13391.
- [7] V. Aleksanyan *et al.*, "Managing Food Waste in the Restaurant Sector: Comparative Insights from Greece and Armenia," *Sustainability*, vol. 17, no. 24, p. 11386, Dec. 2025, doi: 10.3390/su172411386.
- [8] C. Strotmann, V. Baur, N. Börnert, and P. Gerwin, "Generation and prevention of food waste in the German food service sector in the COVID-19 pandemic – Digital approaches to encounter the pandemic related crisis," *Socioecon. Plann. Sci.*, vol. 82, p. 101104, Aug. 2022, doi: 10.1016/j.seps.2021.101104.
- [9] H. Zohourfazeli, A. Sabaghpourfard, A. Chaabane, and A. Jabbarzadeh, "Optimization-based model of a circular supply chain for coffee waste," *Supply Chain Anal.*, vol. 10, p. 100126, Jun. 2025, doi: 10.1016/j.sca.2025.100126.
- [10] S. Talwar, A. Dhir, P. B. Taheri, and P. Kaur, "Why do hospitality and food service businesses use food sharing platforms? A social practice perspective on surplus food redistribution to reduce food waste," *Int. J. Hosp. Manag.*, vol. 134, p. 104563, Apr. 2026, doi: 10.1016/j.ijhm.2026.104563.

-
- [11] E. S. Lakatos, A. L. Rhazzali, U. Pernice, O. B. Panait (Berce), F. H. Arion, and L.-I. Cioca, "Integrating Emerging Digital Technologies into Circular Economy Practices," *Processes*, vol. 14, no. 3, p. 556, Feb. 2026, doi: 10.3390/pr14030556.
- [12] M. Mrad and R. Belgaroui, "Digital–Circular Synergies in Sustainable Supply Chain Management: An Integrative Framework for SME Performance Enhancement," *Sustainability*, vol. 17, no. 23, p. 10616, Nov. 2025, doi: 10.3390/su172310616.
- [13] A. Neri *et al.*, "The role of digital technologies in supporting the implementation of circular economy practices by industrial small and medium enterprises," *Bus. Strategy Environ.*, vol. 32, no. 7, pp. 4693–4718, Nov. 2023, doi: 10.1002/bse.3388.
- [14] P. K. Dey, S. Chowdhury, A. Abadie, E. Vann Yaroson, and S. Sarkar, "Artificial intelligence-driven supply chain resilience in Vietnamese manufacturing small- and medium-sized enterprises," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 62, no. 15, pp. 5417–5456, Aug. 2024, doi: 10.1080/00207543.2023.2179859.
- [15] C. D. Duong, "The green transition journey: How digital platforms and AI capabilities drive green ambidexterity innovation, circular economy and sustainable performance," *World Dev. Sustain.*, vol. 8, p. 100296, Jun. 2026, doi: 10.1016/j.wds.2026.100296.
- [16] N. Karstegl, S. Bautista-Rodríguez, M. Enjolras, and F. Mayer, "Adapting innovation management standards for rural SMEs: Evidence from a coffee producers' association," *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.*, vol. 12, no. 1, p. 100747, Mar. 2026, doi: 10.1016/j.joitmc.2026.100747.
- [17] S. De Haes and W. Van Grembergen, "An Exploratory Study into IT Governance Implementations and its Impact on Business/IT Alignment," *Inf. Syst. Manag.*, vol. 26, no. 2, pp. 123–137, Apr. 2009, doi: 10.1080/10580530902794786.
- [18] M. F. Arroyabe, C. F. A. Arranz, and J. C. F. De Arroyabe, "The integration of circular economy and digital transformation as a catalyst for small and medium enterprise innovation," *Bus. Strategy Environ.*, vol. 33, no. 7, pp. 7162–7181, Nov. 2024, doi: 10.1002/bse.3858.
- [19] J. J. Arroyave, F. J. Sáez Martínez, P. Ruiz Palomino, and A. González Moreno, "Diversity of Cooperation Networks and Environmental Orientation in Spanish SMEs Transitioning to Circularity," *Sci. Pap. Univ. Pardubice Ser. Fac. Econ. Adm.*, vol. 33, no. 1, May 2025, doi: 10.46585/sp33012124.
- [20] M. Bianchini, S. Maffei, and C. Sedini, "Exploring Circularity Toolkits for SMEs Learning Ecosystems.," *Interact. Des. Archit.*, no. 60, pp. 237–260, Mar. 2024, doi: 10.55612/s-5002-060-010.
- [21] A. Chakraborty, F. L. Lizarelli, A. O'Loughlin, A. Barton, and H. S. Kandra, "Empirical evidence on circular economy adoption in Australian small and medium enterprises," *J. Clean. Prod.*, vol. 467, p. 142958, Aug. 2024, doi: 10.1016/j.jclepro.2024.142958.
- [22] A. Chaudhuri, N. Subramanian, and M. Dora, "Circular economy and digital capabilities of SMEs for providing value to customers: Combined resource-based view and ambidexterity perspective," *J. Bus. Res.*, vol. 142, pp. 32–44, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.jbusres.2021.12.039.
- [23] C. C. Dura, A. M. M. Iordache, A. Ionescu, C. Isac, and T. O. Breaz, "Analyzing Performance in Wholesale Trade Romanian SMEs: Framing Circular Economy Business Scenarios," *Sustainability*, vol. 14, no. 9, p. 5567, May 2022, doi: 10.3390/su14095567.
- [24] M. Howard, X. Yan, N. Mustafee, F. Charnley, S. Böhm, and S. Pascucci, "Going beyond waste reduction: Exploring tools and methods for circular economy adoption in small-medium enterprises," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 182, p. 106345, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.resconrec.2022.106345.
- [25] F. Zarea, J. H. Gruenhagen, T. Rose, A. Wiewiora, N. Johnson, and B. Farhadinia, "How do small and medium-sized enterprises prioritize risks when adopting industry 4.0? Balancing technical, economic, and sustainability considerations," *Sustain. Technol. Entrep.*, vol. 5, no. 2, p. 100134, May 2026, doi: 10.1016/j.stae.2026.100134.
- [26] J. Igeta and H. Nakamura, "Business Incentive to Reduce Food Losses in Japan," *Sustainability*, vol. 14, no. 4, p. 2266, Feb. 2022, doi: 10.3390/su14042266.
- [27] H. N. Bui, T. Nghia Vu, C. D. Duong, T. P. T. Nguyen, A. T. Vu, and N. S. Dang, "The nexus of digital platform capability, green ambidexterity innovation, and the circular economy: Does the green technology turbulence matter?," *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.*, vol. 12, no. 2, p. 100781, Jun. 2026, doi: 10.1016/j.joitmc.2026.100781.
- [28] C. D. Duong, "The green transition journey: How digital platforms and AI capabilities drive green ambidexterity innovation, circular economy and sustainable performance," *World Dev. Sustain.*, vol. 8, p. 100296, Jun. 2026, doi: 10.1016/j.wds.2026.100296.
-

-
- [29] M. Mrad and R. Belgaroui, "Digital–Circular Synergies in Sustainable Supply Chain Management: An Integrative Framework for SME Performance Enhancement," *Sustainability*, vol. 17, no. 23, p. 10616, Nov. 2025, doi: 10.3390/su172310616.
- [30] C. Castillo, T. Otero-Romero, and E. J. Alvarez-Palau, "Navigating the transition to industry 5.0: advancing sustainability, resilience, and human-centricity in Spanish supply chain management," *Discover Sustainability*, vol. 6, no. 1. Springer Nature, 2025. doi: 10.1007/s43621-025-01190-0.
- [31] L. Chung, K. H. Tan, and O. Yoshie, "Sustainable circular economy: Unpacking the unintended consequences of digital transformation in Japanese SMEs," *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 221, p. 124335, Dec. 2025, doi: 10.1016/j.techfore.2025.124335.
- [32] H. M. Alzoubi *et al.*, "Navigating the interplay between innovation orientation, dynamic capabilities, and digital supply chain optimization: empirical insights from SMEs," *Uncertain Supply Chain Manag.*, vol. 12, no. 2, pp. 649–658, 2024, doi: 10.5267/j.uscm.2024.1.019.
- [33] H. Amoozad Mahdiraji, F. Yafitayan, A. Abbasi-Kamardi, and J. A. Garza-Reyes, "Investigating potential interventions on disruptive impacts of Industry 4.0 technologies in circular supply chains: Evidence from SMEs of an emerging economy," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 174, p. 108753, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.cie.2022.108753.
- [34] F. Gao *et al.*, "A chemical autonomous robotic platform for end-to-end synthesis of nanoparticles," *Nat. Commun.*, vol. 16, no. 1, Aug. 2025, doi: 10.1038/s41467-025-62994-2.
- [35] M. Hammad and S. Rahamaddulla, "DEVELOPING COUNTRIES AND THE INDUSTRY 4.0 MOVEMENT: RESEARCH MAPPING FOR PRACTICAL INSIGHTS," *Bangladesh J. Multidiscip. Sci. Res.*, pp. 46–55, Sep. 2025, doi: 10.46281/bjmsr.v10i6.2587.
- [36] I. Lukić, M. Köhler, Z. Krpić, and M. Švarcmajer, "Advancing Smart City Sustainability Through Artificial Intelligence, Digital Twin and Blockchain Solutions," *Technologies*, vol. 13, no. 7, p. 300, Jul. 2025, doi: 10.3390/technologies13070300.
- [37] D. J. Teece, "Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance," *Strateg. Manag. J.*, vol. 28, no. 13, pp. 1319–1350, Dec. 2007, doi: 10.1002/smj.640.
- [38] J. Kirchherr, D. Reike, and M. Hekkert, "Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 127, pp. 221–232, Dec. 2017, doi: 10.1016/j.resconrec.2017.09.005.
- [39] H. Alhaddi, "Triple Bottom Line and Sustainability: A Literature Review," *Bus. Manag. Stud.*, vol. 1, no. 2, p. 6, Apr. 2015, doi: 10.11114/bms.v1i2.752.
- [40] S. Megawati, H. Herdiansyah, A. Machmud, E. Antriandarti, and S. Sudirman, "Integrating circular economy, digital economy, and social protection policies to drive green business innovation: Insights from Indonesia's culinary SMEs," *Probl. Perspect. Manag.*, vol. 22, no. 4, pp. 368–381, Nov. 2024, doi: 10.21511/ppm.22(4).2024.28.
- [41] E. Jaakkola, "Designing conceptual articles: four approaches," *AMS Rev.*, vol. 10, no. 1–2, pp. 18–26, Jun. 2020, doi: 10.1007/s13162-020-00161-0.
- [42] H. J. Geoghegan, F. W. Jensen, T. Kershaw, and R. Codinhoto, "Innovation realisation for digitalising Dutch small architecture practices: state of the art review," *Proc. Inst. Civ. Eng. - Manag. Procure. Law*, vol. 176, no. 4, pp. 176–191, Oct. 2023, doi: 10.1680/jmapl.22.00018.
- [43] A. Gunawan, T. S. Dewayana, K. Suryadi, and I. A. Marie, "Sustainable competitive advantage in creative SMEs: A systematic bibliometric review of scholar literature," *Multidiscip. Rev.*, vol. 9, no. 2, p. 2026065, Aug. 2025, doi: 10.31893/multirev.2026065.
- [44] L.-S. Mihai *et al.*, "A Bibliometric Analysis of the Role of Digitalization in Achieving Sustainability-Oriented Innovation," *Sustainability*, vol. 17, no. 13, p. 5822, Jun. 2025, doi: 10.3390/su17135822.
- [45] C. Muangmee, "Agricultural Enterprises in South and Southeast Asia: Research Trends, Thematic Evolution, and Knowledge Structure," *Sarhad J. Agric.*, vol. 42, no. 1, 2026, doi: 10.17582/journal.sja/2026/42.1.547.562.
- [46] S. Muneer, C. C. Leal, and B. Oliveira, "Green Financing as a Catalyst of Digital Transformation and Circular Economy Adoption: Evidence from Manufacturing SMEs," *Circ. Econ. Sustain.*, vol. 6, no. 2, p. 161, Apr. 2026, doi: 10.1007/s43615-026-00903-5.
-

-
- [47] R. R. Panigrahi, A. K. Shrivastava, and S. S. Nudurupati, "Impact of inventory management on SME performance: a systematic review," *Int. J. Product. Perform. Manag.*, vol. 73, no. 9, pp. 2901–2925, Nov. 2024, doi: 10.1108/IJPPM-08-2023-0428.
- [48] G. Sklavos and G. Theodossiou, "Investing the impact and the challenges of Digital Transformation and Green Entrepreneurship in Greek Food Industry," *Intellect. Econ.*, vol. 18, no. 2, 2023, doi: 10.13165/IE-24-18-2-06.
- [49] M. Waqar, A. Sohail, Z. Bashir, Z. Cai, M. Ahmad, and G. Mehak, "Fintech revolution and sustainability: Unveiling the impact on SMEs through circular economy and green innovation practices," *Sustain. Futur.*, vol. 9, p. 100714, Jun. 2025, doi: 10.1016/j.sft.2025.100714.
- [50] M. A. E. F. Abdelmhmud, "Navigating the Challenges and Seizing Opportunities in Implementing Closed-Loop Supply Chains," *J. Ecohumanism*, vol. 3, no. 7, Nov. 2024, doi: 10.62754/joe.v3i7.4692.
- [51] S. Gull, I. S. Bajwa, W. Anwar, and R. Rashid, "Smart eNose Food Waste Management System," *J. Sens.*, vol. 2021, no. 1, p. 9931228, Jan. 2021, doi: 10.1155/2021/9931228.
- [52] S. Kusolchoo and P. Ueasangkomsate, "Key Factors Influencing Technology Adoption for Food Loss Management in SMEs," *ABAC J.*, vol. 45, no. 4, pp. 388–407, Dec. 2025, doi: 10.59865/abacj.2025.47.
- [53] A. Oktrivina, S. Effendi, and Hendryadi, "How and when circular economy practices drive financial performance: The role of organizational agility, operational efficiency, and digital technology adoption," *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.*, vol. 11, no. 3, p. 100613, Sep. 2025, doi: 10.1016/j.joitmc.2025.100613.
- [54] F. A. Perotti, A. Dhir, A. Ferraris, and T. Klietk, "Investigating digital technologies' implementation in circular businesses: Evidence from the going circular path," *J. Manag. Organ.*, vol. 30, no. 3, pp. 421–451, May 2024, doi: 10.1017/jmo.2023.60.
- [55] S. Sahoo, S. Das, S. Neyyila, N. Chaitanya, T. V. Kumar, and S. Penta, "Forging Circuits and Bytes: The Mediator with Moderating Effects of Digital Transformation on The Circular Economy and Sustainable Entrepreneurship," *Int. J. Account. Econ. Stud.*, vol. 12, no. 5, pp. 397–410, Sep. 2025, doi: 10.14419/tv3wzg33.
- [56] W. A. Srisathan, W. Worrakittikul, K. Rattanapon, T. Hongto, A. Phrommasakha Na Sakhonnakon, and P. Naruetharadhol, "Digitalisation to zero-waste: the interplay of open eco-innovation and the circular economy in agricultural enterprises," *Int. J. Sustain. Eng.*, vol. 18, no. 1, pp. 1–21, Dec. 2025, doi: 10.1080/19397038.2024.2446771.